

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2019-513589

(P2019-513589A)

(43) 公表日 令和1年5月30日 (2019.5.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B 2 9 C 48/32 (2019.01)</b>	B 2 9 C 47/20	4 F 2 0 7
<b>B 2 9 C 48/345 (2019.01)</b>	B 2 9 C 47/30	4 F 2 1 3
<b>B 2 9 C 48/34 (2019.01)</b>	B 2 9 C 47/28	
<b>B 2 9 D 23/00 (2006.01)</b>	B 2 9 D 23/00	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2018-553461 (P2018-553461)	(71) 出願人	518027597 シーシー３ディー エルエルシー アメリカ合衆国, アイダホ州 83814 、コーダリー、イースト レイクサイド アベニュー 215
(86) (22) 出願日	平成29年4月11日 (2017.4.11)	(74) 代理人	100079108 弁理士 稲葉 良幸
(85) 翻訳文提出日	平成30年11月30日 (2018.11.30)	(74) 代理人	100109346 弁理士 大貫 敏史
(86) 国際出願番号	PCT/US2017/026976	(74) 代理人	100117189 弁理士 江口 昭彦
(87) 国際公開番号	W02017/180603	(74) 代理人	100134120 弁理士 内藤 和彦
(87) 国際公開日	平成29年10月19日 (2017.10.19)		
(31) 優先権主張番号	15/130,207		
(32) 優先日	平成28年4月15日 (2016.4.15)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	15/130,412		
(32) 優先日	平成28年4月15日 (2016.4.15)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合中空構造物を連続的に製造するためのヘッド及びシステム

## (57) 【要約】

連続製造システムで使用するためのヘッドが開示される。ヘッドは、ハウジングと、少なくとも部分的にハウジングの内部に回転可能に配置された繊維案内部と、ハウジングの端部に配置されたダイバータとを有し得る。ダイバータは、繊維案内部を通過するマトリックス被覆繊維を半径方向外側に逸らすように構成され得る。

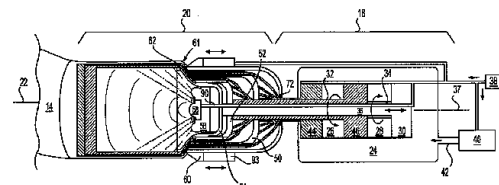


FIG. 3

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

連続製造システム用のヘッドであって、ハウジングと、少なくとも部分的に前記ハウジングの内部に回転可能に配置された繊維案内部と、前記ハウジングの端部に配置されており、且つ前記繊維案内部を通過するマトリックス被覆繊維を半径方向外側に逸らすように構成されているダイバータを含む、ヘッド。

**【請求項 2】**

前記ダイバータは、少なくとも部分的に前記繊維案内部の内部に配置されている、請求項 1 に記載のヘッド。

**【請求項 3】**

前記繊維案内部は、略閉端部と開端部とを有する円筒形であり、及び前記ダイバータは、略釣鐘形であり、少なくとも部分的に前記繊維案内部の前記開端部の内部に入るドーム状端部を有する、請求項 2 に記載のヘッド。

**【請求項 4】**

前記繊維案内部は、環状壁を含み、前記環状壁は、前記環状壁内に形成されており、且つ前記マトリックス被覆繊維を受け入れるように構成されている少なくとも 1 つの軸方向に方向付けられた通路を有する、請求項 2 に記載のヘッド。

**【請求項 5】**

前記少なくとも 1 つの軸方向に方向付けられた通路は、前記環状壁内で互いに離間された複数の軸方向に方向付けられた通路を含む、請求項 4 に記載のヘッド。

**【請求項 6】**

前記繊維案内部は、前記繊維案内部の前記略閉端部において前記環状壁の端部に結合されたドームを含み、及び

前記複数の軸方向に方向付けられた通路は、略直線であり、且つ前記ドームを通して延びる、請求項 5 に記載のヘッド。

**【請求項 7】**

前記ドーム内に形成された中心シャフト開口部を更に含む、請求項 6 に記載のヘッド。

**【請求項 8】**

前記繊維案内部は、第 1 の繊維案内部であり、及び前記ヘッドは、同じく少なくとも部分的に前記ハウジングの内部に回転可能に配置された第 2 の繊維案内部を更に含む、請求項 1 に記載のヘッド。

**【請求項 9】**

前記第 1 の繊維案内部と前記第 2 の繊維案内部とは、互いに対して反対方向に回転するように構成されている、請求項 8 に記載のヘッド。

**【請求項 10】**

前記第 2 の繊維案内部は、少なくとも部分的に前記第 1 の繊維案内部の内部に配置されている、請求項 9 に記載のヘッド。

**【請求項 11】**

前記第 2 の繊維案内部は、完全に前記第 1 の繊維案内部内に配置されている、請求項 9 に記載のヘッド。

**【請求項 12】**

前記ダイバータは、前記第 2 の繊維案内部からのマトリックス被覆繊維を前記第 1 の繊維案内部からのマトリックス被覆繊維に対してプレスして、中空構造物を形成するように構成されている、請求項 9 に記載のヘッド。

**【請求項 13】**

前記ダイバータは、前記中空構造物の壁厚を調整するために前記ハウジングに対して選択的に可動である、請求項 12 に記載のヘッド。

**【請求項 14】**

10

20

30

40

50

前記中空構造物の内部からの前記中空構造物の硬化を容易にするように構成された硬化促進部を更に含む、請求項 12 に記載のヘッド。

【請求項 15】

前記硬化促進部は、少なくとも部分的に前記ダイバータの口の内部に取り付けられた紫外線照明源及び超音波エミッタの 1 つである、請求項 14 に記載のヘッド。

【請求項 16】

前記マトリックス被覆繊維が前記繊維案内内部から出て、且つ前記ダイバータの先端部を通過する際に前記マトリックス被覆繊維の硬化を容易にするように構成された硬化促進部を更に含む、請求項 1 に記載のヘッド。

【請求項 17】

前記硬化促進部は、紫外線照明源及び超音波エミッタの 1 つである、請求項 16 に記載のヘッド。

【請求項 18】

前記ダイバータに向かって選択的に移動して、前記マトリックス被覆繊維を切断するように構成された切断部を更に含む、請求項 1 に記載のヘッド。

【請求項 19】

前記切断部は、前記ハウジングの周りに環状に配置されており、且つ前記ハウジング及び前記ダイバータに対して軸方向に摺動可能である、請求項 18 に記載のヘッド。

【請求項 20】

前記切断部は、前記ダイバータに向かって方向付けられた鋭利な刃を含む、請求項 19 に記載のヘッド。

【請求項 21】

前記ハウジングは、繊維が前記繊維案内内部に入る際に繊維を被覆するためのある量のマトリックスを保持するように構成された内部空洞を有する、請求項 1 に記載のヘッド。

【請求項 22】

複合中空構造物を連続的に製造するためのシステムであって、

複数の方向に移動することができる支持部と、

少なくとも 1 つの回転シャフトを有する駆動部と、

前記駆動部を介して前記支持部に結合されたヘッドであって、前記少なくとも 1 つの回転シャフトによって給電されて、前記支持部の移動中にマトリックス被覆繊維の連続的な流れを吐出し、

ハウジングと、

前記ハウジングの内部に配置されており、且つ前記少なくとも 1 つの回転シャフトに結合された第 1 の繊維案内内部と、

前記第 1 の繊維案内内部の内部に配置されており、且つ前記少なくとも 1 つの回転シャフトに結合された第 2 の繊維案内内部と、

前記駆動部とは反対側の前記ハウジングの端部において少なくとも部分的に前記第 2 の繊維案内内部の内部に配置されたダイバータであって、前記第 1 の繊維案内内部及び前記第 2 の繊維案内内部を通過するマトリックス被覆繊維を半径方向外側に逸らすように構成されているダイバータと

を含む、ヘッドと

を含む、システム。

【請求項 23】

前記第 1 の繊維案内内部及び前記第 2 の繊維案内内部のそれぞれは、環状壁を含み、前記環状壁は、前記環状壁の内部で互いに離間されており、且つマトリックス被覆繊維を受け入れるように構成された複数の軸方向に方向付けられた通路を有する、請求項 22 に記載のシステム。

【請求項 24】

前記少なくとも 1 つの回転シャフトは、

前記第 1 の繊維案内内部に結合されており、且つ前記第 1 の繊維案内内部を第 1 の方向に駆

10

20

30

40

50

動するように構成された第 1 のシャフトと、

前記第 1 のシャフト及び前記第 1 の繊維案内部を軸方向に通過して前記第 2 の繊維案内部に接続する第 2 のシャフトであって、前記第 2 の繊維案内部を前記第 1 の方向とは反対の第 2 の方向に駆動するように構成された第 2 のシャフトとを含む、請求項 22 に記載のシステム。

【請求項 25】

前記駆動部は、前記第 1 のシャフトと前記第 2 のシャフトとを回転させるように構成された少なくとも 1 つのロータリーアクチュエータを含む、請求項 24 に記載のシステム。

【請求項 26】

前記第 1 の繊維案内部及び前記第 2 の繊維案内部からの前記マトリックス被覆繊維は、前記ダイバータと前記ハウジングとの間に挟まれる、請求項 22 に記載のシステム。

10

【請求項 27】

前記駆動部は、前記ダイバータを前記ハウジングに対して軸方向に移動させ、それにより前記マトリックス被覆繊維によって形成される中空構造物の壁厚を調整するように構成されたアクチュエータを含む、請求項 26 に記載のシステム。

【請求項 28】

前記アクチュエータは、前記少なくとも 1 つの回転シャフトを通して前記ダイバータまで延びるロッドを含む、請求項 27 に記載のシステム。

【請求項 29】

前記ダイバータの口内に配置されており、且つ前記マトリックス被覆繊維によって形成される中空構造物の、前記中空構造物の内部からの硬化を容易にするように構成された硬化促進部を更に含む、請求項 22 に記載のシステム。

20

【請求項 30】

前記硬化促進部は、紫外線照明源及び超音波エミッタの 1 つである、請求項 29 に記載のシステム。

【請求項 31】

前記硬化促進部は、前記駆動ユニットから前記少なくとも 1 つの回転シャフトを介して電力を受け取るように構成されている、請求項 30 に記載のシステム。

【請求項 32】

前記ハウジングの周りに環状に配置された切断部と、前記マトリックス被覆繊維を切断するために前記切断部を前記ダイバータに向かって軸方向に選択的に移動させるように構成されたアクチュエータとを更に含む、請求項 22 に記載のシステム。

30

【請求項 33】

前記ハウジングは、繊維が前記第 1 の繊維案内部及び前記第 2 の繊維案内部に入る前に前記繊維を被覆するためのある量のマトリックスを保持するように構成された内部空洞を有し、及び

前記駆動部は、前記マトリックスを前記ハウジングに押し込むように構成された押出機を含む、請求項 22 に記載のシステム。

【請求項 34】

前記押出機は、前記少なくとも 1 つの回転シャフトを介して前記マトリックスを前記ハウジングに押し込む、請求項 33 に記載のシステム。

40

【請求項 35】

前記支持部は、中空構造物が前記マトリックス被覆繊維によって形成され、且つ 3 次元軸を有するように、前記マトリックス被覆繊維の連続的な吐出中に前記ヘッドを移動させるように構成されている、請求項 22 に記載のシステム。

【請求項 36】

前記ヘッドに接続可能なシールドを更に含み、且つ硬化中に前記マトリックス被覆繊維の制御可能な環境を提供する、請求項 22 に記載のシステム。

【請求項 37】

50

前記シールドは、管と、前記管を前記ヘッドに接続するように構成されたたわみ継手とを含む、請求項 36 に記載のシステム。

【請求項 38】

複合中空構造物を連続的に製造する方法であって、  
繊維をマトリックスで連続的に被覆することと、  
非繊維軸の周りでマトリックス被覆繊維を回転させることと、  
前記マトリックス被覆繊維を前記非繊維軸から離れる方に半径方向外側に逸らすことと、  
前記マトリックス被覆繊維を硬化させることと  
を含む、方法。

10

【請求項 39】

マトリックス被覆繊維を回転させることは、  
前記マトリックス被覆繊維の第 1 のサブセットを第 1 の方向に回転させることと、  
前記マトリックス被覆繊維の第 2 のサブセットを前記第 1 の方向とは反対の第 2 の方向に回転させることと  
を含む、請求項 38 に記載の方法。

【請求項 40】

前記マトリックス被覆繊維の第 1 のサブセット及び第 2 のサブセットを回転させることは、前記第 1 の方向と前記第 2 の方向とを同期的に振動させることを含む、請求項 39 に記載の方法。

20

【請求項 41】

前記マトリックス被覆繊維の第 1 のサブセット及び第 2 のサブセットを回転させることは、前記マトリックス被覆繊維の第 1 のサブセット及び第 2 のサブセットを最大で 180° の範囲にわたって回転させることを含む、請求項 39 に記載の方法。

【請求項 42】

前記マトリックス被覆繊維の第 1 のサブセット及び第 2 のサブセットを回転させることは、前記マトリックス被覆繊維の第 1 のサブセット及び第 2 のサブセットを約 15° ~ 約 30° の範囲にわたって回転させることを含む、請求項 41 に記載の方法。

【請求項 43】

前記マトリックス被覆繊維の前記第 1 のサブセット及び前記第 2 のサブセットを回転させることは、前記マトリックス被覆繊維の前記第 1 のサブセットを、前記マトリックス被覆繊維の前記第 2 のサブセットの回転範囲と異なる範囲にわたって回転させることを含む、請求項 39 に記載の方法。

30

【請求項 44】

前記マトリックス被覆繊維の前記第 1 のサブセット及び前記第 2 のサブセットを回転させることは、前記マトリックス被覆繊維の前記第 1 のサブセットを前記第 1 の方向に連続的に回転させ、且つ前記マトリックス被覆繊維の前記第 2 のサブセットの回転方向を選択的に振動させることを含む、請求項 39 に記載の方法。

【請求項 45】

前記マトリックス被覆繊維の前記第 1 のサブセット及び前記第 2 のサブセットを回転させることは、前記マトリックス被覆繊維の前記第 1 のサブセットを第 1 の速度で回転させ、且つ前記マトリックス被覆繊維の前記第 2 のサブセットを第 2 の速度で回転させることを含む、請求項 39 に記載の方法。

40

【請求項 46】

前記複合中空構造物の製造中、前記第 1 の速度及び前記第 2 の速度を動的に調整することを更に含む、請求項 45 に記載の方法。

【請求項 47】

前記複合中空構造物の製造中、前記マトリックス被覆繊維の第 1 のサブセット及び第 2 のサブセットを回転させることによって作成されるウィーブのパターンを動的に調整することを更に含む、請求項 39 に記載の方法。

50

## 【請求項 48】

前記マトリックス被覆繊維の前記第1のサブセットを前記マトリックス被覆繊維の前記第2のサブセットに対してプレスすることを更に含む、請求項39に記載の方法。

## 【請求項 49】

前記プレスを変化させて、それにより前記複合中空構造物の壁厚を調整することを更に含む、請求項48に記載の方法。

## 【請求項 50】

前記マトリックス被覆繊維の前記第1のサブセットは、前記マトリックス被覆繊維の前記第2のサブセットと異なる直径及び異なる材料タイプの少なくとも1つを有する、請求項39に記載の方法。

10

## 【請求項 51】

前記マトリックス被覆繊維の前記第1のサブセットは、前記マトリックス被覆繊維の前記第2のサブセットと異なるタイプのマトリックスを有する、請求項39に記載の方法。

## 【請求項 52】

前記マトリックス被覆繊維を硬化させることは、前記複合中空構造物の内部から前記マトリックス被覆繊維を硬化させることを含む、請求項38に記載の方法。

## 【請求項 53】

前記マトリックス被覆繊維を硬化させることは、紫外線及び超音波振動の少なくとも1つを前記マトリックス被覆繊維に向かって誘導することを含む、請求項38に記載の方法。

20

## 【請求項 54】

前記紫外線及び前記超音波振動の前記少なくとも1つが前記マトリックス被覆繊維に向かって誘導されている間及びその後の時間にわたり、前記マトリックス被覆繊維の環境を制御することを更に含む、請求項53に記載の方法。

## 【請求項 55】

前記複合中空構造物の長さを固定するために、前記マトリックス被覆繊維を硬化させる前に前記マトリックス被覆繊維を機械的に切り取ることを更に含む、請求項38に記載の方法。

## 【請求項 56】

前記中空構造物が硬化しているときに前記複合中空構造物の内部を充填することを更に含む、請求項38に記載の方法。

30

## 【請求項 57】

複合中空構造物を連続的に製造する方法であって、  
繊維をマトリックスで連続的に被覆することと、  
前記マトリックス被覆繊維の第1のサブセットを第1の方向に回転させることと、  
前記マトリックス被覆繊維の第2のサブセットを前記第1の方向とは反対の第2の方向に回転させることと、  
前記マトリックス被覆繊維を非繊維軸から離れる方に半径方向外側に逸らすことと、  
前記マトリックス被覆繊維の前記第1のサブセットを前記マトリックス被覆繊維の前記第2のサブセットに対してプレスすることと、  
前記マトリックス被覆繊維を硬化させることと、  
前記複合中空構造物の製造中、前記マトリックス被覆繊維の前記第1のサブセット及び前記第2のサブセットの回転を動的に調整することと、  
前記複合中空構造物の長さを固定するために、前記マトリックス被覆繊維を硬化させる前に前記マトリックス被覆繊維を機械的に切り取ることを含む、方法。

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

50

## 技術分野

[0001]本開示は、概して、製造用ヘッド及びシステムに関し、特に複合中空構造物を連続的に製造するためのヘッド及びシステムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

## 背景

[0002]押出製造は、連続中空構造物を製造するための既知のプロセスである。押出製造中、液体マトリックス（例えば、熱硬化性樹脂又は加熱された熱可塑性プラスチック）が所望の断面形状及び寸法を有する金型に押し込まれる。材料は、金型を出るときに最終形態に硬化して固まる。一部の用途では、液体マトリックスが金型から出るときにその硬化を加速させるために紫外線及び／又は超音波振動が用いられる。押出製造プロセスによって製造される中空構造物は、任意の連続長、直線又は曲線の外形、一定の断面形状及び優れた表面仕上げを有し得る。押出製造は、中空構造物を連続的に製造するのに有効な手法であり得るものの、得られる構造物は、一部の用途に必要とされる強度が不足している場合がある。

10

## 【0003】

[0003]引拔製造は、高強度の中空構造物を製造するための既知のプロセスである。引拔製造中、個々の繊維ストランド、編組ストランド及び／又は織物が液体マトリックス（例えば、熱硬化性樹脂又は加熱された熱可塑性プラスチック）で被覆又は他に含浸され、固定金型に引き込まれ、液体マトリックスが最終形態に硬化する。押出製造と同様に、一部の引拔用途では、液体マトリックスが金型から出るときにその硬化を加速させるために紫外線及び／又は超音波振動が用いられる。引拔製造プロセスによって製造される中空構造物は、押出構造物と同じ特性を多く有するとともに、組み込まれた繊維によって増加した強度を有する。引拔製造は、高強度の中空構造物を連続的に製造するのに有効な手法であり得るものの、得られる構造物は、一部の用途に必要とされる形状が不足している場合がある。加えて、引拔中空構造物内に組み込まれる繊維パターンの種類が限られている場合があり、それにより、得られる中空構造物の利用可能な特性が限定される。

20

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

[0004]開示されるシステムは、上で説明した課題の１つ以上及び／又は従来技術の他の課題を克服することを対象とする。

30

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

## 概要

[0005]一態様では、本開示は、連続製造システム用のヘッドを対象とする。ヘッドは、ハウジングと、少なくとも部分的にハウジングの内部に回転可能に配置された繊維案内部と、ハウジングの端部におけるダイバータとを含み得る。ダイバータは、繊維案内部を通過するマトリックス被覆繊維を半径方向外側に逸らすように構成され得る。

40

## 【0006】

[0006]別の態様では、本開示は、中空構造物を連続的に製造するためのシステムを対象とする。システムは、複数の方向に移動することができる支持部と、少なくとも１つの回転シャフトを有する駆動部と、駆動部を介して支持部に結合されたヘッドとを含み得る。ヘッドは、少なくとも１つの回転シャフトによって給電されて、支持部の移動中にマトリックス被覆繊維の連続的な流れを吐出し得る。ヘッドは、ハウジングと、少なくとも部分的にハウジングの内部に配置されており、且つ少なくとも１つの回転シャフトに結合された第１の繊維案内部と、少なくとも部分的に第１の繊維案内部の内部に配置されており、且つ少なくとも１つの回転シャフトに結合された第２の繊維案内部とを含み得る。ヘッドは、駆動部とは反対側のハウジングの端部において少なくとも部分的に第２の繊維案内部の内部にあるダイバータを更に含み得る。ダイバータは、第１の繊維案内部及び第２の繊

50

維案内部を通過するマトリックス被覆繊維を半径方向外側に逸らすように構成され得る。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】[0007]開示される例示的な製造システムの概略図である。

【図2】開示される例示的な製造システムの概略図である。

【図3】[0008]図1及び図2の製造システムとともに使用され得る、開示される例示的な駆動部及びヘッドの断面図である。

【図4】[0009]図3のヘッドの分解図である。

【図5】[0010]図3及び図4のヘッドに接続され得る、開示される例示的なシールドの斜視図である。

【図6】[0011]図1及び図2のシステムによって製造され得る、開示される例示的な中空構造物の概略図である。

【図7】図1及び図2のシステムによって製造され得る、開示される例示的な中空構造物の概略図である。

【図8】図1及び図2のシステムによって製造され得る、開示される例示的な中空構造物の概略図である。

【図9】図1及び図2のシステムによって製造され得る、開示される例示的な中空構造物の概略図である。

【図10】[0012]図6～図9の中空構造物の壁を構成し得る、開示される例示的なウィーブパターンの概略図である。

【図11】図6～図9の中空構造物の壁を構成し得る、開示される例示的なウィーブパターンの概略図である。

【図12】図6～図9の中空構造物の壁を構成し得る、開示される例示的なウィーブパターンの概略図である。

【図13】図6～図9の中空構造物の壁を構成し得る、開示される例示的なウィーブパターンの概略図である。

【図14】図6～図9の中空構造物の壁を構成し得る、開示される例示的なウィーブパターンの概略図である。

【図15】図6～図9の中空構造物の壁を構成し得る、開示される例示的なウィーブパターンの概略図である。

【図16】図6～図9の中空構造物の壁を構成し得る、開示される例示的なウィーブパターンの概略図である。

【図17】図6～図9の中空構造物の壁を構成し得る、開示される例示的なウィーブパターンの概略図である。

【図18】図6～図9の中空構造物の壁を構成し得る、開示される例示的なウィーブパターンの概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

詳細な説明

[0013]図1及び図2は、任意の所望の断面形状（例えば、円形又は多角形）を有する中空複合構造物（例えば、管、ホース、チャネル、導管、ダクト等）14を連続的に製造するために使用され得る異なる例示的システム10及び12を示す。各システム10、12は、支持部16と、駆動部18と、ヘッド20とを含んでもよい。ヘッド20は、駆動部18を介して支持部16に結合されてもよい。開示される図1の実施形態では、支持部16は、得られる構造物14の長手方向軸22が3次元であるように、構造物14の製造中に駆動部18とヘッド20とを複数の方向に移動させることができるロボットアームである。図2の実施形態では、支持部16は、また、構造物14の製造中にヘッド20と駆動部18とを複数の方向に移動させることができるオーバーヘッドガントリーである。両方の実施形態の支持部16は、6軸運動可能なものとして示されているが、必要に応じて、駆動部18とヘッド20とを同じ又は異なる手法で移動させることができる任意の他の種

10

20

30

40

50



類の支持部 16 も利用可能であると考えられる。

【0009】

[0014] 図 3 に示すように、駆動部 18 は、ヘッド 20 と支持部 16 との間の機械的カップリングとして機能することに加えて、協働してヘッド 20 に電力も供給する構成要素を含んでもよい。これら構成要素は、とりわけ、容器 24 と、容器 24 内に配置された 1 つ以上のアクチュエータと、種々のアクチュエータをヘッド 20 の異なる部分に接続する複数のリンクとを含んでもよい。開示される実施形態では、3 つの異なるアクチュエータ 26、28、30 が 2 つの異なるシャフト 32、34 とロッド 36 とを介してヘッド 20 に結合されているものとして容器 24 の内部に示されている。アクチュエータ 26 及び 28 は、ロータリー型アクチュエータ（例えば、電気、油圧又は空気圧モータ）であってもよく、アクチュエータ 30 は、リニア型アクチュエータ（例えば、ソレノイドアクチュエータ、油圧シリンダ、リードスクリュー等）であってもよい。シャフト 32 は、管状（即ち円筒状及び中空）であってもよく、アクチュエータ 26 によって駆動されて軸 37 の周りを回転し、シャフト 34 は、シャフト 32 の中央を通り、アクチュエータ 28 によって駆動されて、同じく軸 37 の周りを回転してもよい。本開示の目的では、軸 37 は、ヘッド 20 の非繊維軸であると考えてもよい。開示される実施形態では、シャフト 34 は、また、管状であり、ロッド 36 は、シャフト 34 の中央を通り、アクチュエータ 30 によって駆動されてシャフト 34 に対して軸方向に出入りするように構成されていてもよい。ロッド 36 は、また、軸 37 と概ね整列されていてもよい。異なる数のアクチュエータは、必要に応じて、異なる配置構成のシャフト及び / 又はロッドによってヘッド 20 と結合され得ると考えられる。例えば、必要に応じて、1 つのアクチュエータを結合させて両方のシャフト 32、34（例えば、歯車列（図示せず）によって）を回転させることができる。電気は、外部電源（例えば、確立された電力系統）38 からアクチュエータ 30 ~ 34 に供給されてもよい。

10

20

30

40

【0010】

[0015] 上述の種々のアクチュエータの取付位置として機能することに加えて、いくつかの実施形態では、容器 24 は、圧力容器としても機能してよい。例えば、容器 24 は、加圧されたマトリックス材料を受け入れるか又は他に収容するように構成されていてもよい。マトリックス材料は、硬化可能な任意の種類の液体樹脂（例えば、不揮発性有機化合物樹脂）を含んでもよい。例示的な樹脂としては、エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂、カチオンエポキシ、アクリル化エポキシ、ウレタン、エステル、熱可塑性樹脂、感光性樹脂、ポリエポキシド等が挙げられる。一実施形態では、容器 24 内部のマトリックス材料の圧力は、対応する導管 42 を介して容器 24 に流体的に接続された外部デバイス（例えば、押出機又は別の種類のポンプ）40 によって発生させてもよい。別の実施形態では、しかしながら、圧力は、類似の種類のデバイスによって容器 24 の完全に内部で発生させてもよい。いくつかの場合、容器 24 の内部のマトリックス材料は、早期硬化を阻止するために冷却及び / 又は暗状態に維持する必要がある一方、他の場合、マトリックス材料は、同じ理由で加温状態に維持する必要がある。いずれの状況でも、容器 24 は、これらのニーズに備えるために特別に構成（例えば、断熱、冷却及び / 又は加温）されていてもよい。

50

【0011】

[0016] 容器 24 の内部に保管されたマトリックス材料は、任意の数の別個の繊維を被覆するために使用されてもよく、繊維とともに複合構造物 14 の壁を構成してもよい。開示される実施形態では、2 つの別個の繊維供給源 44、46 は、容器 24 内に保管される（例えば、別個の内部スプール（図示せず）上に）か又は他に容器 24 内を通る（例えば、同じ又は別個の外部スプールから供給される）。一例では、供給源 44、46 の繊維は、同一の種類のものであり、同じ直径及び断面形状（例えば、円形、四角形、平坦等）を有する。他の例では、しかしながら、供給源 44、46 の繊維は、異なる種類のものであり、異なる直径を有し且つ / 又は異なる断面形状を有する。各供給源 44、46 は、繊維の単一ストランド、いくつかの繊維ストランドの短線若しくは粗糸、又は繊維ストランドの

ウィーブを含んでもよい。ストランドは、例えば、炭素繊維、植物繊維、木材繊維、鉱物繊維、ガラス繊維、金属ワイヤ等を含んでもよい。

【0012】

[0017]供給源44、46からの繊維は、必要に応じて、繊維が容器24の内部にある間、繊維がヘッド20に送られている間、及び/又は繊維がヘッド20から吐出されている間に、容器24内に保管されたマトリックス材料で被覆されてもよい。マトリックス材料、供給源44、46の1つ又は両方からの乾燥繊維及び/又は既にマトリックス材料で被覆されている繊維は、当業者に明らかな任意の手法でヘッド20に給送されてもよい。図3の実施形態では、マトリックス材料は、両方の供給源44、46からの繊維と混合され、マトリックス被覆繊維は、その後、シャフト32及び/又はシャフト34の開口内部を

10

通ってヘッド20に導かれる。しかしながら、必要に応じて、この目的のための専用の導管(図示せず)を代替的に使用できると考えられる。マトリックス材料は、容器24の圧力によってシャフト32、34(及び/又は専用の導管)内に押し通されてもよく、繊維は、マトリックス材料とともに移動してもよい。代替的に又は付加的に、繊維(被覆又は非被覆)は、シャフト32及び/又はシャフト34内に機械的に引かれてもよく、いくつかの実施形態では、マトリックス材料は、繊維とともに引かれてもよい。開示される例では、電気もシャフト32及び/又はシャフト34の空の内部を介してヘッド20に供給される。

【0013】

[0018]ヘッド20は、駆動部18から受け取ったマトリックス被覆繊維から、構造物14の壁に特有のウィーブパターンを作成するように機能する、互いに内部に入れ子状になっている一連の円筒状構成要素を含んでもよい。図3及び図4に見られるように、これらの構成要素は、とりわけ、ハウジング48と、1つ以上の繊維案内内部(例えば、第1の繊維案内内部50及び第2の繊維案内内部52)と、ダイバータ54と、1つ以上の硬化促進部(例えば、紫外線照明56及び/又は超音波エミッタ58)と、切断部60とを含んでもよい。以下でより詳細に説明するように、駆動部18からのマトリックス被覆繊維は、繊維の回転を生じさせることができる第1及び/又は第2の繊維案内内部50、52を通過してもよい。回転するマトリックス被覆繊維は、その後、ダイバータ54とハウジング48との間の環状間隙61(図3にのみ示される)及びダイバータ54の口62の周りを通してもよく、そこで紫外線照明56及び/又は超音波エミッタ58によって樹脂を内から

20

30

外に硬化させる。

【0014】

[0019]ハウジング48は、略管状であってもよく、開端部64(図4にのみ示される)と、反対側のドーム状端部68とを有してもよい。開端部64におけるハウジング48の内径は、繊維案内内部50、52の外径より大きくてもよく、ハウジング48の内部軸方向長さは、繊維案内内部50、52の軸方向長さより大きくてもよい。この配置構成により、繊維案内内部50、52は、ハウジング48の内部に少なくとも部分的に嵌合してもよい。開示される実施形態では、両方の繊維案内内部50、52は、開端部64におけるハウジング48の軸方向面69が繊維案内内部50、52の対応する端部を越えて延びるようにハウジング48の内部に完全に入れ子になっている。開端部64におけるハウジング48の面69は、ダイバータ54の同様に湾曲した外部表面の鏡像になるように凸状に湾曲していてもよい。中心開口部70がハウジング48のドーム状端部68内に形成されていてもよく、シャフト32と、シャフト34と、ロッド36とがハウジング48を軸方向に通過することを可能にする。いくつかの実施形態では、液体マトリックス材料がハウジング48から漏れ出すのを阻止するために、シール72(例えば、Oリング(図3にのみ示される))が開口部70に且つシャフト32の周りに配置されてもよい。

40

【0015】

[0020]繊維案内内部50及び繊維案内内部52は、ハウジング48と同様に略管状であってもよく、開端部74と、開端部74の反対側に位置するドーム状端部76とを有してもよい。開端部74における繊維案内内部50の内径は、ドーム状端部76における繊維案内内部

50

５２の外径より大きくてもよく、繊維案内部５０の内部軸方向長さは、繊維案内部５２の外部軸方向長さより長くてもよい。この配置構成により、繊維案内部５２は、繊維案内部５０の内部に少なくとも部分的に嵌合してもよい。開示される実施形態では、繊維案内部５２は、開端部７４における繊維案内部５０の端面７８が繊維案内部５２の端面８０を越えて軸方向に延びるように繊維案内部５０の内部に完全に入れ子になっている。繊維案内部５０、５２の端面７８及び端面８０は、ダイバータ５４の同様に湾曲した外部表面の鏡像になるように凸状に湾曲していてもよい。

【００１６】

[0021] 繊維案内部５０及び繊維案内部５２は、それぞれ開端部７４からドーム状端部７６まで延びる環状側壁８２を有してもよい。開示される例では、各側壁８２の厚さは、略同じ（例えば、公差の範囲内）であってもよい。しかしながら、必要に応じて、各側壁８２は、異なる厚さを有することができると考えられる。側壁８２の厚さは、任意の数の軸方向に方向付けられた通路８４を内部に収容するために十分なものであってもよい。通路８４は、対応する端面（即ち端面７８又は端面８０）からドーム状端部７６を完全に通過してもよい。繊維案内部５０に形成された各通路８４は、供給源４４、４６の１つから１つ以上の繊維を受け入れるように構成されていてもよく、繊維案内部５２に形成された各通路８４は、供給源４４、４６の他方から１つ以上の繊維を受け入れるように構成されていてもよい。同じ又は異なる数の通路８４は、必要に応じて各繊維案内部５０及び繊維案内部５２内に形成されてもよく、及び／又は通路８４は、同じ又は異なる直径を有してもよいと考えられる。開示される実施形態では、実質的に同一の直径を有する２４個の等間隔で配置された通路８４が各繊維案内部５０、５２に形成されている。繊維案内部５２の環状壁８２は、繊維案内部５０の環状壁８２よりも小さい直径を有してもよいことから、繊維案内部５２内の通路８４間の等間隔は、対応する繊維案内部５０内の通路８４間の等間隔と異なってもよい。いくつかの実施形態では、繊維案内部５０、５２の１つ又は両方内の通路の間隔は、非等間隔で分配することができることに留意されたい。繊維案内部５２は、繊維案内部５０の内部に完全に入れ子になっていてもよいことから、構造物１４の製造中、繊維案内部５０を通過する繊維は、繊維案内部５２を通過する繊維と概ね重なってもよい。

【００１７】

[0022] 各案内部を通過する繊維がともに特有のウィーブパターン（例えば、螺旋パターン、振動パターン、直線及び平行パターン又はこれらを組み合わせたパターン）を作成するように、構造物１４の製造中、各繊維案内部５０、５２は、選択的に回転させても静止したままにしてもよい。繊維案内部５０の回転は、シャフト３２によって駆動されてもよく、繊維案内部５２の回転は、シャフト３４によって駆動されてもよい。シャフト３２は、繊維案内部５０のドーム状端部７６及び／又は内部表面に接続してもよい。シャフト３４は、繊維案内部５０のドーム状端部７６の隙間開口部８６を通過し、繊維案内部５２のドーム状端部７６及び／又は内部表面に係合してもよい。以下に更に詳細に記載されるように、繊維案内部５０、５２の相対回転は、得られる構造物１４のウィーブパターンに影響し得る。特に、所望の特性を有する特有の及び／又は動的に変化するウィーブパターンを生成するために、繊維案内部５０、５２の回転は、同じ方向であるか、互いに反対方向であるか、連続的であるか、断続的であるか、振動的であるか、より小さい若しくは大きい振動範囲を有するか、より低速若しくは高速で実施される等であり得る。加えて、繊維案内部５０、５２の回転は、支持部１６の移動、ダイバータ５４の移動、軸方向押し出し距離及び／若しくは速度、並びに／又は構造物１４の周知の形状寸法（例えば、終端点、結合点、Ｔ字管、直径の変化、スプライス、曲げ、高圧及び／又は高温領域等）によって設計されてもよい。

【００１８】

[0023] 開示される実施形態では、ダイバータ５４は、略釣鐘形であり、且つ口６２の反対側に位置するドーム状端部８８を有する。ドーム状端部８８は、口６２よりも小さい直径を有してもよく、少なくとも部分的に繊維案内部５２内に入れ子になるように構成され

ていてもよい。口 6 2 は、ドーム状端部 8 8 から半径方向外側に広がってもよく、繊維案内部 5 2 の外径よりも大きい外径を有してもよい。一実施形態では、口 6 2 の外径は、ハウジング 4 8 の外径と略同じであってもよい。ダイバータ 5 4 は、その外側に広がる輪郭により、両方の繊維案内部 5 0、5 2 の通路 8 4 を出る繊維を半径方向外側に逸らすように機能してもよい。このように、得られる構造物 1 4 の内径は、ダイバータ 5 4 の外径によって決定されてもよい。加えて、ダイバータ 5 4 は、繊維をハウジング 4 8 の面 6 9 に対して逸らしてもよく、それによって間隙 6 1 (図 3 を参照されたい) 内に繊維を挟む。したがって、ダイバータ 5 4 の逸らし機能は、構造物 1 4 の内径の確立に加えて、構造物 1 4 の壁厚も決定してよい。必要に応じて、ダイバータ 5 4 は、異なる形状 (例えば、円錐形、角錐形等) 有し得ると考えられる。

10

#### 【0019】

[0024] 一実施形態では、ダイバータ 5 4 は、構造物 1 4 の壁厚を選択的に調整するように可動であってもよい。具体的には、ロッド 3 6 は、繊維案内部 5 0、5 2 の隙間開口部 8 6 を通過してダイバータ 5 4 のドーム状端部 7 6 に係合してもよい。この接続により、アクチュエータ 3 0 (図 3 を参照されたい) により生じるロッド 3 6 の軸方向並進によって様々な幅の間隙 6 1 及び対応する構造物 1 4 の壁厚をもたらしてもよい。したがって、構造物 1 4 のより厚い壁は、ダイバータ 5 4 をハウジング 4 8 から離れる方に押すことによって製造されてもよく、より薄い壁は、ダイバータ 5 4 をハウジング 4 8 に近づく方に引くことによって製造されてもよい。

20

#### 【0020】

[0025] 構造物 1 4 の壁内の特定の特徴は、間隙 6 1 の幅を急激に変えることによって (即ちダイバータ 5 4 を急激に引き入れ、ダイバータ 5 4 を急激に押し戻すことによって) 作成してもよいと考えられる。例えば、ねじ山 (図 8 を参照されたい)、フランジ (図 7 を参照されたい)、可撓性部分及び他の特徴は、引く動き / 押す動きの速度及び継続時間を調整することによって作成されてもよい。

#### 【0021】

[0026] 必要に応じて、構造物 1 4 が形成されている間、充填材料 (例えば、絶縁体、導体、光学素子、表面仕上げ等) を構造物 1 4 の中空内部内に堆積させることができると考えられる。例えば、ロッド 3 6 は、中空 (例えば、シャフト 3 2、3 4 と同様に) とすることができ、任意の対応する硬化促進部の中心に延び得る。材料源 (例えば、液体源、発泡体源、固体源、ガス源等) を、その後、ハウジング 3 4 内部のロッド 3 6 の端部に接続することができ、ロッド 3 6 を通じて構造物 1 4 内に材料を強制的に吐出させる。必要に応じて、構造物 1 4 を硬化させるのに使用されるものと同一の硬化促進部を、充填材料を硬化させるためにも使用することができ、又は別の専用の硬化促進部 (図示せず) をこの目的のために使用することができると考えられる。1 つの特定の実施形態では、硬化促進部を越えて構造物 1 4 の内部に延びるロッド 3 6 の部分は、構造物 1 4 との係合によって構造物 1 4 を変形したり破損したりしないように可撓性であり得る。同じ又は別の実施形態では、ロッド 3 6 は、構造物 1 4 内に、構造物 1 4 の硬化に対応する距離だけ延びてもよい。

30

#### 【0022】

[0027] 紫外線照明 5 6 は、構造物 1 4 の形成中、構造物 1 4 の内部表面を電磁放射に連続的に曝露させるように構成されていてもよい。電磁放射は、間隙 6 1 を通って吐出されるマトリックス材料内で起こる化学反応の速度を高めることができ、それによってマトリックス材料が硬化するのに必要な時間を減少させる。開示される実施形態では、紫外線照明 5 6 は、ダイバータ 5 4 の口 6 2 内に軸 3 7 と概ね整列して取り付けられていてもよく、放射をダイバータ 5 4 から離れる方に誘導するように方向付けられていてもよい。紫外線照明 5 6 は、軸 3 7 の周りに均等に分配された複数の LED (例えば、異なる 6 つの LED) を含んでもよい。しかしながら、代替的に、任意の数の LED 又は他の電磁放射源を、開示される目的のために用いることができると考えられる。紫外線照明 5 6 は、電源 3 8 (図 3 を参照されたい) からシャフト 3 2、3 4 及びロッド 3 6 を通って延びる導線

40

50

90を介して給電されてもよい。いくつかの実施形態では、ロッド36自体が導線90として機能してもよい。電磁放射の量は、構造物14が口62から一定の長さを超えて軸方向に押し出される前にマトリックス材料を硬化させるのに十分なものであってもよい。一実施形態では、構造物14は、軸方向押し出し長さが構造物14の外径に等しくなる前に完全に硬化される。

#### 【0023】

[0028]紫外線照明56の代わりに又はこれに加えて超音波エミッタ58を使用し、構造物14中のマトリックス材料の硬化速度を増加してもよい。例えば、超音波エミッタ58は、ダイバータ54の口62の内部に直接取り付けことができ、又は代替的に紫外線照明56の先端部（例えば、その対応する凹部内）に取り付けることができる。超音波エミッタ58を使用してマトリックス材料中の分子に対して超音波エネルギーを放出し、分子を振動させてもよい。振動は、マトリックス材料中に泡を発生させてもよく、泡は、高温及び高圧で空洞を生じ、泡のない場合に可能な速度よりも速くマトリックス材料を硬化させる。超音波エミッタ58は、紫外線照明56と同様に給電されてもよく、また構造物14を内から外に硬化させるように機能してもよい。紫外線照明56及び/又は超音波エミッタ58に加えて又はその代わりに、必要に応じて、外から内への構造物14の硬化速度を加速させるために1つ以上の付加的な硬化促進部（図示せず）を配置することができると考えられる。

#### 【0024】

[0029]構造物14の製造中、切断部60を使用して、構造物14の長さを選択的に終端又は他に固定してもよい。図3及び図4に示すように、切断部60は、略リング状であってもよく、ハウジング48の外部表面に可動自在に取り付けられていてもよい。切断部60は、間隙61から吐出されているマトリックス被覆繊維に係合するまで軸37に沿って摺動するように構成された鋭利な刃92を有してもよい。その後、同じ方向への更なる摺動が口62に対して繊維をせん断するように機能してもよく、それにより構造物14の長さを固定する。このせん断動作は、刃92を構造物14の繊維内に押すのに必要な力を小さくすることができ、得られる切断面がより良好な仕上げを有し得るように、マトリックス材料が依然として硬化されていないときにのみ行うことができることに留意されたい。

#### 【0025】

[0030]切断部60の軸方向の移動は、専用のアクチュエータ93（図3を参照されたい）によって発生させてもよい。アクチュエータ93は、ハウジング48に取り付けられていてもよく、リニアアクチュエータ（例えば、油圧式ピストン又はソレノイド）又はロータリーアクチュエータ（例えば、ハウジング48上の雄ねじに係合するモータ）を必要に応じて組み込んでもよい。アクチュエータ93は、電源38から外部配線を介して電力を受け取ってもよい。

#### 【0026】

[0031]いくつかの実施形態では、構造物14の繊維のせん断中、切断部60の動きは、ダイバータ54の動きと協調させてもよい。例えば、構造物14の繊維に向かう切刃92の軸方向の移動の直前又はその間に、ダイバータ54は、ロッド36及びアクチュエータ30によってハウジング48に向かって内側に引かれてもよい。ダイバータ54を内側に引くことにより、構造物14の壁厚を低減してもよく、それによってせん断をより容易にしてもよい。加えて、ダイバータ54を内側に引くことにより、より大きい締付力が繊維にかかってもよく、それによって必要なせん断力及び/又は切刃92の移動が減少する。

#### 【0027】

[0032]構造物14のマトリックス被覆繊維は、間隙61から吐出後に迅速に硬化され得るものの、この硬化の速度は、いくつかの用途では不十分な場合がある。例えば、水中、宇宙空間又は理想的でない（例えば、厳しい若しくは極端な）温度、理想的でない圧力及び/若しくは高汚染の別の不適な環境で構造物14を製造する場合、所望の構造特性を確保するためにマトリックス被覆繊維は、硬化が完了するまで環境から保護されるべきである。このために、シールド94が設けられてもよく、ヘッド20の先端部に選択的に結合

されてもよい。例示的なシールド 94 がたわみ継手を含むものとして図 5 に示されている。この実施形態では、シールド 94 は、ヘッド 20 の先端部を内部に受け入れ、これを密閉するほど十分に大きい直径を有する第 1 端部 96 と、構造物 14 を内部に受け入れ、その周囲を密閉するほど十分に大きい直径を有する第 2 端部 98 とを有してもよい。シールド 94 の長さは、第 2 端部 98 によって係合される構造物 14 の部分が十分に硬化され、係合によって変形されないように、構造物 14 の所望の硬化時間を提供するのに十分なものであってもよい。シールド 94 は、構造物 14 にとってより制御された環境を提供してもよく、構造物 14 が不適な環境に曝される前に構造物 14 中のマトリックスを所望の量だけ硬化させることができる。いくつかの実施形態では、製造中、シールド 94 は、不活性ガスで加圧されてもよく、マトリックスの硬化速度を増加するガスで加圧されてもよく、及び / 又は構造物 14 の周囲環境をより完全に制御するために減圧されてもよい。シールド 94 は、可撓性であり、構造物 14 がヘッド 20 から押し出される際に構造物 14 が軸 37 (図 3 を参照されたい) に対して曲がり、湾曲することを可能にしてもよい。

10

#### 【0028】

[0033] システム 10 は、構造物 14 の壁内に多くの異なるウィーブパターンを作成することができてもよい。図 6 ~ 図 9 は、システム 10 で製造が可能であってもよい例示的な構造物 14 を示す。図 10 ~ 図 18 は、構造物 14 の作製に使用してもよいウィーブパターンの例を示す。開示される概念を更に示すために、図 6 ~ 図 18 について以下の段落より詳細に記載する。

20

#### 【0029】

産業上の利用可能性

[0034] 開示されるシステムは、任意の所望の断面形状及び長さを有する複合構造物を連続的に製造するために使用されてもよい。複合構造物は、同じ又は異なる種類及び同じ又は異なる直径の任意の数の異なる繊維を含んでもよい。加えて、複合構造物の作製に使用されるウィーブパターンは、構造物の製造中、動的に変化させてもよい (例えば、構造物 14 の押出しを中断することなく)。システム 10 の動作についてここで詳細に記載する。

#### 【0030】

[0035] 製造イベントの開始時、所望の中空構造物 14 に関する情報をシステム 10 に (例えば、支持部 16、アクチュエータ 26 ~ 28 及び / 又は押出機 40 の動作の調整を担うコントローラに) ロードしてもよい。この情報は、とりわけ、寸法 (例えば、直径、壁厚、長さ等)、輪郭 (例えば、軸 22 の軌道)、表面特徴 (例えば、ねじ山寸法、位置、厚さ、長さ、フランジ寸法、位置、厚さ、長さ等)、接続部の形状寸法 (例えば、継手、T 字管、スプライス等の位置及び寸法)、所望のウィーブパターン及びウィーブ変化位置を含んでもよい。この情報は、必要に応じて、代替的に又は付加的に、製造イベント中の異なるときに及び / 又は連続的にシステム 10 にロードしてもよいことに留意されたい。構成要素の情報に基づき、1 種以上の異なる繊維及び / 又は樹脂がシステム 10 に選択的に導入されてもよい。繊維の導入は、繊維をシャフト 32、34、案内部 50、52 内の通路 84 及び間隙 61 に通すことを含んでもよい。いくつかの実施形態では、繊維はまた、引張機 (図示せず) 及び / 又は取付具 (図示せず) に接続される必要があり得る。マトリックス材料の導入は、容器 24 の充填及び / 又は容器 24 への押出機 40 の結合を含んでもよい。いくつかの実施形態では、収集された構成要素の情報に応じて、より大きい又はより小さい直径を有するダイパートと、任意の数の異なる構成の繊維案内部とがヘッド 20 とともに選択的に使用されてもよい。

30

40

#### 【0031】

[0036] 構成要素の情報は、その後、システム 10 の動作を制御するために使用されてもよい。例えば、繊維は、駆動部 18 が繊維案内部 50、52 を回転させるのと同時にヘッド 20 から所望の速度でマトリックス材料とともに引かれてもよく、且つ / 又は押されてもよい。この回転中、ダイパート 54 を出入りさせてもよく、任意の利用可能な硬化促進部 (例えば、紫外線照明 56 及び / 又は超音波エミッタ 58) を作動させてマトリックス

50

材料を硬化させてもよい。支持部 16 はまた、得られる中空構造物 14 の軸 22 が所望の軌道を取るように、ヘッド 20 を所望の手法で選択的に移動させてもよい。構造物 14 が所望の長さに伸長すると、切断部 60 を使用して上述の手法で構造物 14 をシステム 10 から切断してもよい。

#### 【0032】

[0037] 図 6 は、システム 10 によって作製されてもよい構造物 14 の一例を示す。この図からわかるように、構造物 14 の軸 22 は、構造物 14 の長手方向の伸長中、複雑な形状を生成するために任意の方向に並進させてもよく、且つ / 又は回転させてもよい（例えば、ヘッド 20 の対応する移動により）。加えて、構造物 14 のウィーブパターンは、変化する形状によって設計されてもよい。図 6 の例では、コーナ部分 100 の周りで変化する複数のウィーブパターンを有するエルボが作成されている。具体的には、案内部 50 又は案内部 52 の 1 つを通過する繊維は、コーナ部分 100 の反対側の端部では振動するが、コーナ部分 100 の内部では直線になる（即ち軸 22 と整列する）。同時に、案内部 50 又は案内部 52 の他方を通過する繊維は、構造物 14 の長さの全体を通して直線のままである。加えて、振動する繊維の振動数は、変化してもよい。特に、振動する繊維は、部分 102 ではより低い振動数で、その後、部分 104 ではより高い振動数で振動してもよい。一部の用途では、この振動数変化パターンは、反復的であってもよい。

#### 【0033】

[0038] 構造物 14 の長さに沿った任意の特定の箇所で使用されるウィーブパターンは、対応する箇所に所望の特性を与えるように選択してもよいと考えられる。例えば、振動パターンは、構造物 14 のわずかな移動及び / 又は曲げが短い距離及び長い距離にわたって所望される及び / 又は予想される場合に効果的に使用されてもよい。振動パターンが有用となり得る用途の 1 つとしては、極地ツンドラで何マイルも連続するガスパイプラインの製造を挙げることができる。この用途では、ツンドラの凍結及び融解がパイプラインの望ましくない移動を引き起こす可能性があり、パイプラインのひび割れを避けるためにこれに対処しなければならない。この移動を振動ウィーブパターンによって対処してもよい。振動ウィーブパターンはまた、構造物 14 に靱性及び又は耐摩耗性を付加してもよい。部分 100 内の全ての繊維は、構造物 14 内に異なる特性を生じさせるために平行であってもよい。例えば、平行繊維は、曲げがほとんど又は全く所望されない又は予想されない場合に高い静的強度を与えてもよい。

#### 【0034】

[0039] 図 7 は、システム 10 によって作製されてもよい構造物 14 の別の例を示す。この図からわかるように、構造物 14 の末端に、構造物 14 を別のデバイス（図示せず）に接続するか又は他に構造物 14 の端部を塞ぐための継手 106 が用いられている。継手 106 を使用することで、構造物 14 の壁に異なる特性（例えば、より高い強度又は剛性）が必要となる場合があるため、継手の位置において構造物 14 のウィーブパターン及び / 又は厚さに対応するように変更してもよい。例えば、ウィーブパターンはこの位置において密度が高くなってもよく、及び / 又は壁厚が増加してもよい。ウィーブパターンは、特定の軸方向伸長速度の（即ち特定の押出し速度の）振動周波数を増加することによって及び / 又は振動範囲を増加することによって密度が高くなってもよい。この位置の壁厚は、間隙 61 が大きくなるようにダイバータ 54 をハウジング 48 から更に押し離すことによって増加させてもよい。

#### 【0035】

[0040] 図 8 は、システム 10 によって作製されてもよい構造物 14 の別の例を示す。この図からわかるように、構造物 14 の形状寸法は、移行位置 108 と末端位置 110 とにおいて変化している（例えば、くびれている）。これら形状寸法の変化は、構造物 14 のウィーブパターン及び / 又は外形の対応する変化を伴ってもよい。例えば、移行位置 108 のウィーブパターンは、振動繊維及び平行繊維から平行繊維のみに（又は代替的に振動繊維のみに）変化してもよい。加えて、ダイバータ 54 の迅速な出入りの移動により末端位置 110 にねじ山 112 が形成されてもよい。平行繊維は、移行位置 108 の剛性を高

めてもよく、ねじ山 1 1 2 は、別の構造物との接続を容易にしてもよい。

【 0 0 3 6 】

[0041] 図 9 は、システム 1 0 によって作製されてもよい構造物 1 4 の最終例を示す。この図からわかるように、構造物 1 4 の形状寸法は、必ずしも変化する必要はない。しかしながら、構造物 1 4 のウィーブパターンの変化は、特定用途に合わせてなお変更してもよい。特に全ての部分が同じ全体形状寸法を有していても、構造物 1 4 の特定部分 1 1 4 は、同一構造物の他の部分 1 1 6 と異なる特性を有してもよい。例えば、部分 1 1 4 内では外部温度及び / 又は圧力に対するより高い耐性が必要であってもよく、より高い耐摩耗性が必要であってもよく、及び / 又はより高い可撓性及び / 若しくは剛性が必要であってもよい。これら特性は、ウィーブパターンを変化させることによってもたらされてもよい。開示される例では、部分 1 1 4 内のウィーブパターンは、1 つの区域 (例えば、半分) のみに平行繊維を含み、残りの区域に部分 1 1 6 内の繊維密度と異なるある密度の振動繊維を含む。

10

【 0 0 3 7 】

[0042] 図 1 0 ~ 図 1 8 は、構造物 1 4 が変化する形状寸法又は特性要件を有することを問わず、任意の構造物 1 4 の任意の位置で使用されてもよい例示的なウィーブパターンを示す。図 1 0 では、パターン 1 1 8 は、案内部 5 0 からの螺旋状繊維 1 2 0 と案内部 5 2 からの螺旋状繊維 1 2 2 とを使用する。繊維の螺旋状パターンは、内圧に対する耐性を増加することが知られている。パターン 1 1 8 の上部において、繊維 1 2 0 は、繊維 1 2 2 と等しくインターリーブさせてもよく、必要に応じて、同一繊維であっても、異なる直径、形状及び / 又は寸法の繊維であってもよい。しかし、繊維は、パターン 1 1 8 の略中間まで、繊維 1 2 2 の 2 つが互いに直接隣接する異なるウィーブに移行してもよい。この新たなパターンは、例えば、案内部 5 2 の回転速度が案内部 5 0 の回転速度の 2 倍になるように増加することによって達成されてもよい。

20

【 0 0 3 8 】

[0043] 図 1 1 では、両方の繊維 1 2 0、1 2 2 が第 1 の方向に螺旋状であるものから、繊維 1 2 0、1 2 2 の 1 つが異なる方向に螺旋状であるものに移行するパターン 1 2 4 が作成される。図 1 2 に類似のパターン 1 2 6 を示すが、繊維 1 2 0、1 2 2 の 1 つが異なる方向に移行する代わりに両方の繊維 1 2 0、1 2 2 が異なる方向に移行する。図 1 3 に別の類似のパターン 1 2 8 を示すが、繊維 1 2 0、1 2 2 の 1 つのみが異なる方向の螺旋に移行する代わりに繊維 1 2 0、1 2 2 の 1 つが螺旋よりもむしろ振動に移行する。

30

【 0 0 3 9 】

[0044] 図 1 4 では、繊維 1 2 0 及び繊維 1 2 2 の両方が相対的に同期した状態で振動しているものを含むパターン 1 3 0 が作成される。この同期性は、両方の繊維 1 2 0、1 2 2 が略同一振動数で、互いに同相で、同一範囲で振動することを伴ってもよい。図 1 5 は、繊維 1 2 0 と繊維 1 2 2 とが本質的に同一の振動数及び範囲を使用して互いに位相がずれた状態で振動しているパターン 1 3 2 を示す。しかしながら、繊維 1 2 0、1 2 2 の 1 つは、パターン 1 3 2 の長さに沿った略半分のところで異なる振動数及び / 又は異なる範囲での振動に移行する。図 1 6 では、本質的に同一の振動数及び範囲を使用して位相がずれた状態で振動している繊維 1 2 0 及び繊維 1 2 2 を有するパターン 1 3 4 が示される。しかしながら、繊維 1 2 0、1 2 2 の 1 つ又は両方は、重なった状態から互いに隣接する状態に移行するように、パターン 1 3 4 の長さに沿った略半分のところで半径方向位置を移動してもよい。

40

【 0 0 4 0 】

[0045] 図 1 7 のパターン 1 3 6 では、繊維 1 2 0、1 2 2 の 1 つは、直線であり、軸 2 2 (図 1 及び図 2 を参照されたい) と略整列した状態で示されている一方、繊維 1 2 0、1 2 2 の他方は、最初にパターン 1 3 6 の上半分において螺旋状になっている。螺旋状繊維 1 2 0 又は 1 2 2 は、その後、パターン 1 3 6 の下半分で振動に移行する。図 1 8 のパターン 1 3 8 では、繊維 1 2 0、1 2 2 の全てが直線で軸 2 2 と整列しており、互いに等しくインターリーブされている。

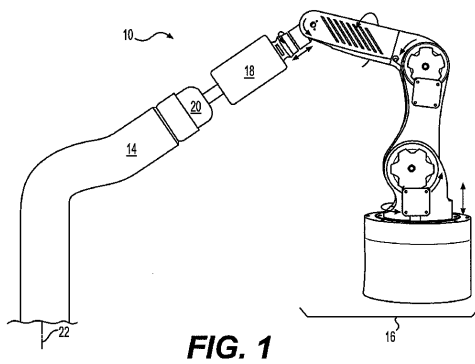
50



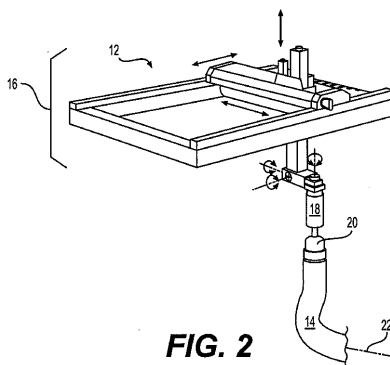
## 【 0 0 4 1 】

[0046] 開示されるシステム、構造物及びウィーブパターンに対して種々の修正形態及び変形形態がなされ得ることは当業者に明らかであろう。他の実施形態は、本明細書の考察及び開示されるシステムの実施から当業者に明らかであろう。本明細書及び例は、単なる例示とみなされ、実際の範囲は、以下の特許請求の範囲及びそれらの均等物によって示されるものとする。

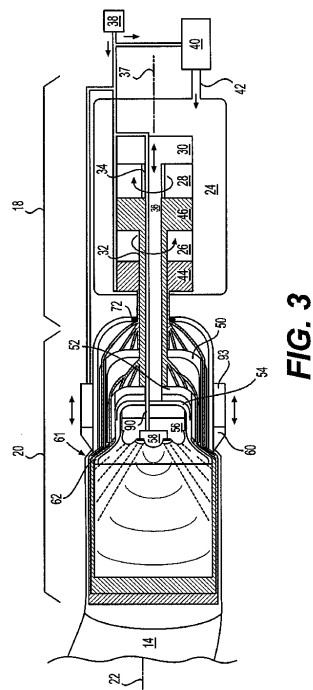
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

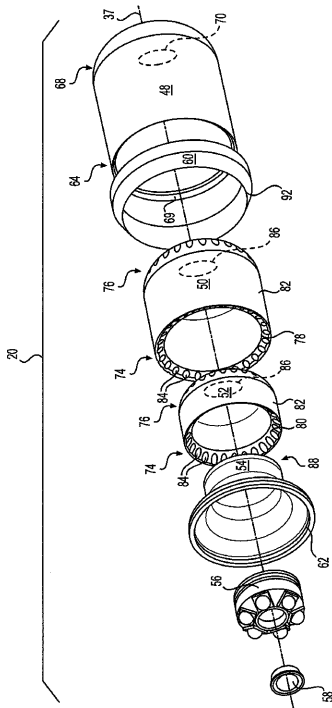


FIG. 4

【 図 5 】

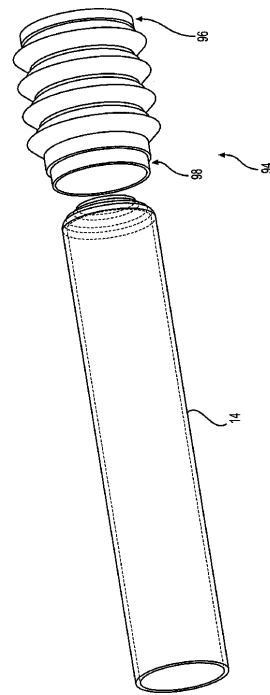


FIG. 5

【 図 6 】

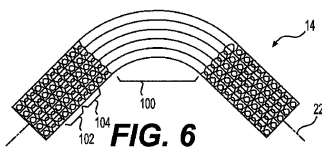


FIG. 6

【 図 7 】

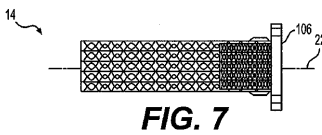


FIG. 7

【 図 8 】

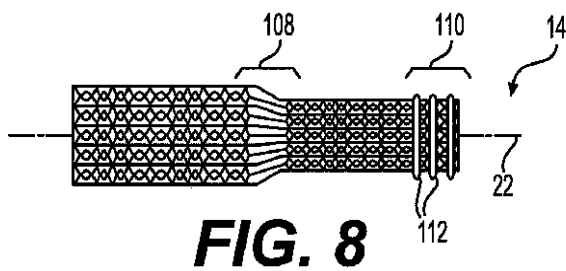
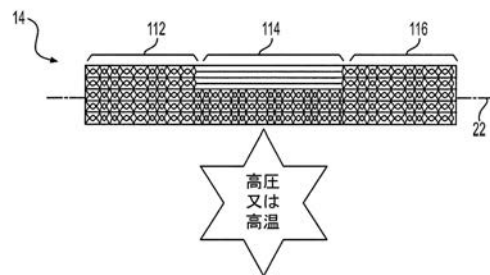


FIG. 8

【 図 9 】



【 図 10 】

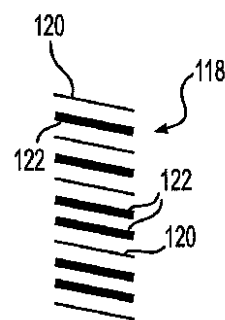
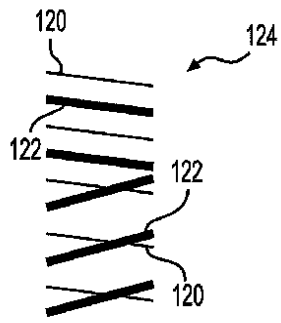
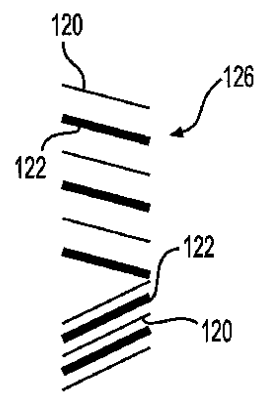


FIG. 10

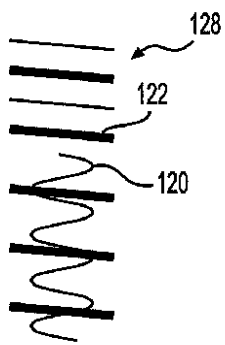
【図 1 1】

**FIG. 11**

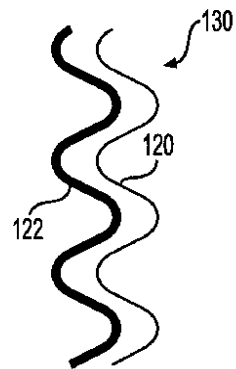
【図 1 2】

**FIG. 12**

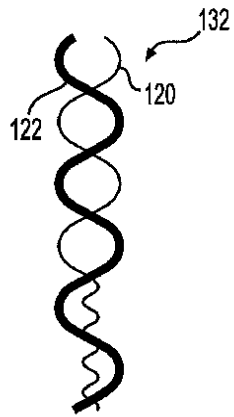
【図 1 3】

**FIG. 13**

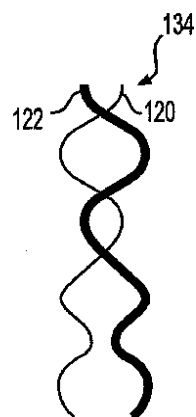
【図 1 4】

**FIG. 14**

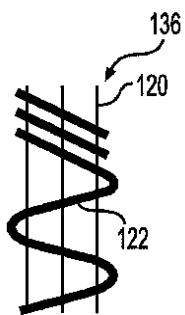
【 図 1 5 】

**FIG. 15**

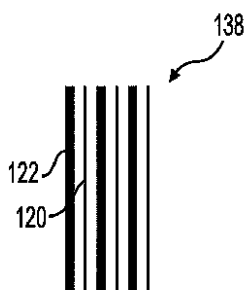
【 図 1 6 】

**FIG. 16**

【 図 1 7 】

**FIG. 17**

【 図 1 8 】

**FIG. 18**

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US2017/026976

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(8) - B29C 47/20; B29C 47/06; B29C 47/12; B29C 47/24; B29C 47/26; B29C 47/30 (2017.01) CPC - B29C 47/20; B29C 47/06; B29C 47/065; B29C 47/12; B29C 47/122; B29C 47/128; B29C 47/24; B29C 47/26; B29C 47/261; B29C 47/265; B29C 47/30; B33Y 30/00 (2017.05)		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) See Search History document		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched USPC - 264/171.11; 264/171.24; 264/171.26; 264/171.27; 264/171.29; 425/133.1 (keyword delimited)		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) See Search History document		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5,292,472 A (TOMPKINS) 08 March 1994 (08.03.1994) entire document	1, 2, 8-13
Y		4, 5, 14-17, 21-23, 26, 27, 29, 30, 35
Y	US 2014/0291886 A1 (MARK et al) 02 October 2014 (02.10.2014) entire document	4, 5, 22, 23, 26, 27, 29, 30, 35
Y	US 2016/0031155 A1 (TYLER) 04 February 2016 (04.02.2016) entire document	14-17, 29, 30
Y	US 5,879,602 A (SCHEURING) 09 March 1999 (09.03.1999) entire document	21
A	US 3,331,725 A (MERCER) 18 July 1967 (18.07.1967) entire document	1-37
A	US 6,601,627 B2 (KASAI et al) 05 August 2003 (05.08.2003) entire document	1-37
A	US 2014/0081974 A1 (TYLER) 06 March 2014 (06.03.2014) entire document	1-37
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 17 July 2017		Date of mailing of the international search report <b>02 AUG 2017</b>
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 Facsimile No. 571-273-8300		Authorized officer Blaine R. Copenheaver PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US2017/026976

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:  
See extra sheet(s).

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:  
1-37

**Remark on Protest**

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US2017/026976

Continued from Box No. III Observations where unity of invention is lacking

This application contains the following inventions or groups of inventions which are not so linked as to form a single general inventive concept under PCT Rule 13.1. In order for all inventions to be examined, the appropriate additional examination fees need to be paid.

Group I, claims 1-37 are drawn to a head for a continuous manufacturing system.

Group II, claims 38-57 are drawn to a method of continuously manufacturing a composite hollow structure.

The inventions listed in Groups I-II do not relate to a single general inventive concept under PCT Rule 13.1, because under PCT Rule 13.2 they lack the same or corresponding special technical features for the following reasons:

The special technical features of Group I, a head for a continuous manufacturing system comprising a housing, and a fiber guide rotatably disposed at least partially inside the housing, are not present in Group II; and, the special technical features of Group II, a method of continuously manufacturing a composite hollow structure comprising continuously coating fibers with a matrix, revolving matrix-coated fibers about a non-fiber-axis, and curing the matrix-coated fibers, are not present in Group I.

Groups I and II share the technical features of continuously manufacturing a composite hollow structure comprising matrix-coated fibers, and diverting the matrix-coated fibers radially outward.

However, these shared technical features do not represent a contribution over the prior art. Specifically, US 6,601,627 B2 to Kasai et al. teaches of continuously manufacturing a composite hollow structure (Title regarding continuous forming device of fiber reinforced plastic square pipe) comprising matrix-coated fibers (Col. 1, Lns. 14-17 regarding fiber is first impregnated with resin before being guided into a heated mold), and diverting the matrix-coated fibers radially outward (Col. 3, Lns. 27-30 regarding the pre-expansion device 80 connected to the end portion of the core 10 comprises an airbag 82; Col. 3, Lns. 40-42 regarding the pre-expansion device 80 provides expansion force; Col. 3, Lns. 53-58 regarding this pressing force expands the inner diameter of the square pipe forcibly).

Since none of the special technical features of the Groups I-II inventions are found in more than one of the inventions, unity is lacking.

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ

(72)発明者 テイラー, ケネス ライル

アメリカ合衆国, アイダホ州 83814, カーダレーン, エヌ・ガバメントウェイ 740  
Fターム(参考) 4F207 AA36 AG08 AJ08 AM25 AR12 KA01 KA17 KL57 KL58 KL62  
KL64 KL69 KL88 KM15 KW23 KW33  
4F213 AA24 AA31 AA39 AD16 AG08 AJ08 AM25 AR07 AR08 AR12  
WA06 WA63 WB02